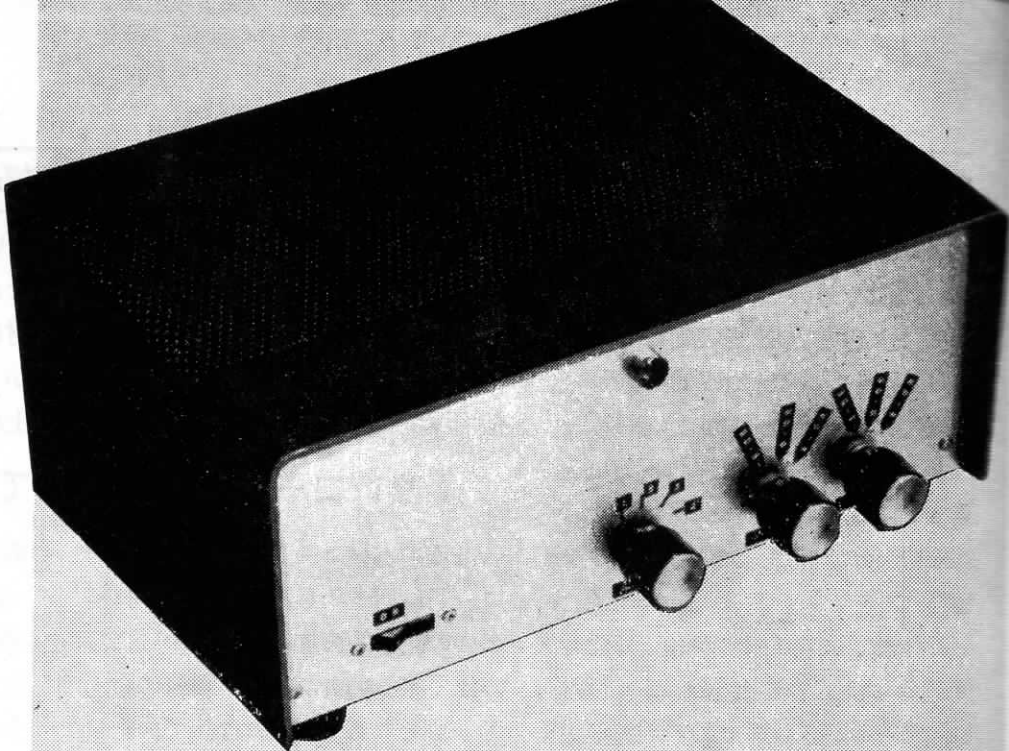
昨年，1昨年の本誌をにぎわした話題に，山根・山中両氏のチャネル・デバイダに関する各種の開発があります．とくに山中氏の“伝達関数1”の概念の導入は，従来の“パワー和1”の考え方に対して反省の機会を与えたものといえましょう．筆者などのような，マルチチャネルやチャネル・デバイダにあまり関心のなかった門外漢でさえ，事の成りゆきにはいささか興味を感じた次第です．

本稿は，その山根・山中両氏のフィルタ論がさかんであった当時から抱いていた，両氏の主張に対する疑問を提示すると同時に，筆者の私案を具体的化したものです（第1図参照）．というのは，筆者はもともと上述の“パワー和1”あるいは“伝達関数1”というような，観念的な題目（Thesis）のみに固執して，現実のマルチシステムを律しようとする態度そのものに疑問を感ぜずにはいられなかったのです．

ほんらい人間は，何か単純明快な基本理念がみつかると，それをすべてのものに当てはめて，一糸乱れぬ体系を作りあげねば気がすまぬもののようです．そしてこの行き方は，往々にして自らの理念のゆえに矛盾に遭遇して潰え去ることが，古くからの科学の発達史の中に決して少なくないのです．現実の自然現象は，さように単純な理論だけでは律しきれない，微妙な複雑さをもっているもののように感じられます．以下，チャネル・デバイダに対する筆者の疑問点から話を進めることにしましょう．（武末）

## ＝クロスオーバ特性を補償した＝
# CR2段形チャネル・デバイダの試作

武末　数馬

## 1.マルチシステムへの疑問とCR形フィルタの再認識

1970年8月号より

# マルチシステムに対する疑問

## 1．マルチチャネル・システムへの疑問

筆者はもともと，マルチチャネル・システムそのものに少なからぬ疑問を抱いている者で，少なくとも自宅の再生装置をマルチチャネル・システムに変えれば，トタンに音がよくなるだろうなどとは一度も考えたことがありません．

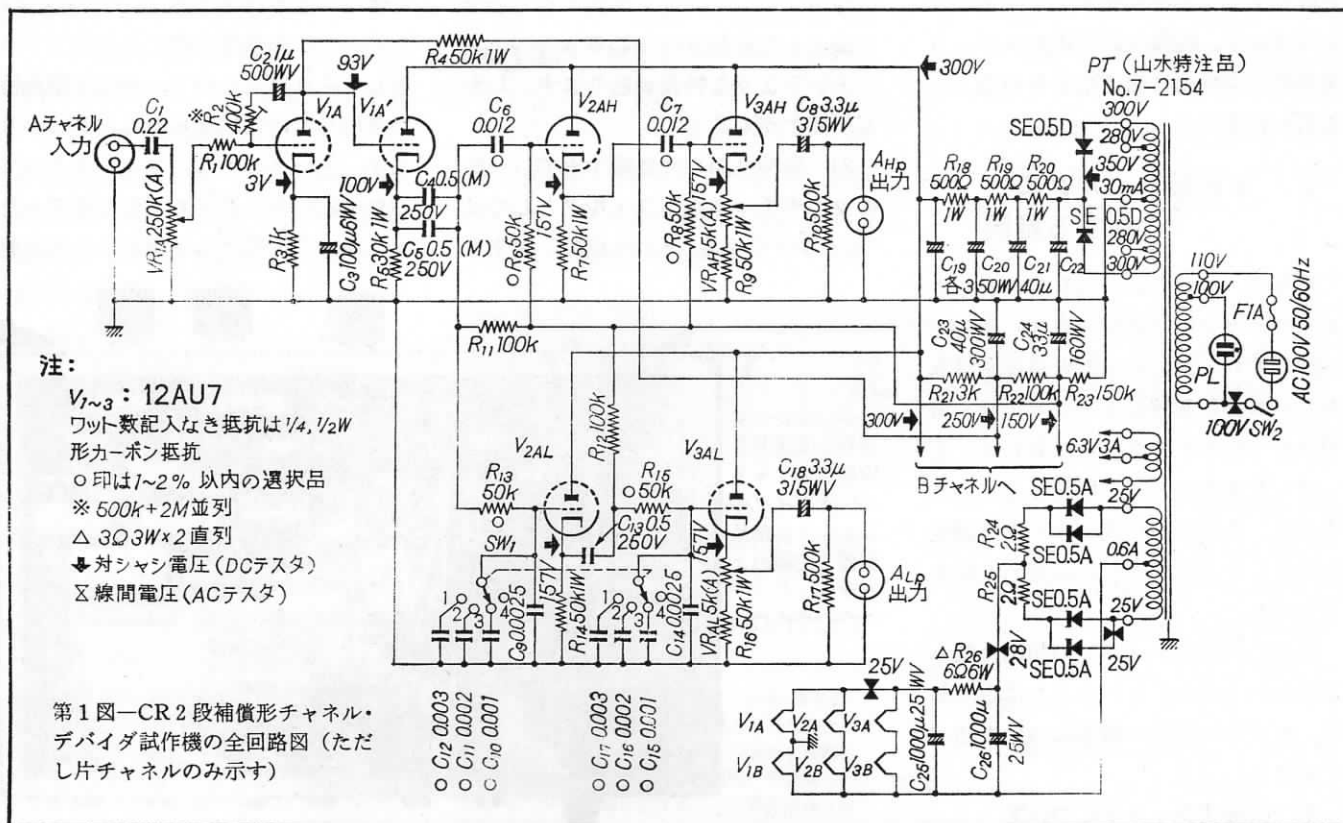
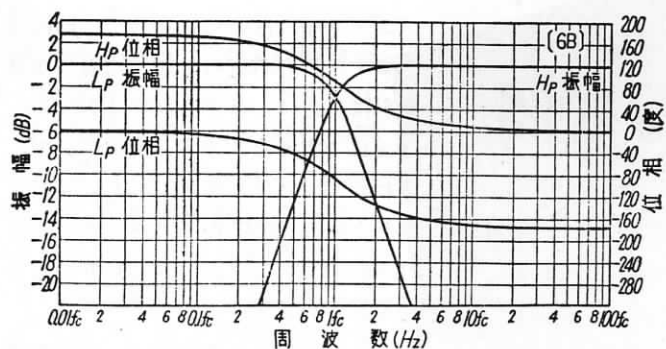
周知のとおり，マルチシステムが試みられた理由は，スピーカの持っている諸々の制約を克服することから出発したものと考えてよろしい．このばあい，一般にＬＣ形の分割ネットワークが使用され，これは単純なインダクタンス・コイルや静電コンデンサから成っていて，アマチュアにはその定数の測定が困難なため敬遠されたものでしょう．そのため，このＬＣ形ネットワークは，電力損失やダンピング・ファクタ，あるいはレベルの調整やクロスオーバ周波数の変更に関して，不当に欠点が強調されたもののように考えられます．

ここでかりに，アンプが軽量になったソリッドステート系について考えてみても，20Wのアンプ３台と分割アンプ１台を要する３チャネル・システムのばあい（かりにモノーラルを想定する），これをたとえ40Wアンプ１台とＬＣネットワーク１組と比較しても，前者が決定的に優れているという結論はどうしても引き出せません．40Wアンプに対して，その半分の20Wの電力をネットワークに喰わせるつもりならレベルの調整やダンピング・ファクタの問題はものの数ではありません．

もしクロスオーバ周波数を変更したいなら，Ｌにタップを出しＣを切り換えることぐらい，やる気になれば何でもないことです．むろんＬを空心にする必要はまったくなく，ほんのわずかの鉄心を使用するだけで，インダクタンス・コイルはいちじるしく小形にできます．鉄心の材料と形状に適当な考慮をはらえば，ひずみなどはNeglectiveにできるはずです．音について，きわめてシビアな基準のもとに設計されたという BBC のモニタ・スピーカ（LS５/１A）でさえ，鉄心入りのＬを使用しています．

さらにパワー・アンプは，市販の標準部品を使用して誰が作っても，その特性は音声帯域全域をカバーできるのが普通で，これを２台，３台に分割したとて何の利益もありません．研究を要するのは分割ネットワークそのものではないかと考えます．

ここで筆者のばあいを紹介すれば，スピーカはかならず同一メーカの同一年代のものに限り，しかも使用するネットワークも，同一社の製品に限ります．おそらく上記のスピーカの組み合わせに対し，メーカ側でクロスオーバ特性の決定に当って，レベルの測定や実際の聴感テストがくり返し行なわれたであろう品種を選定します．いうなれば，スピーカ群とネットワークを１個の Reproducerと考えて使用するわけです．

第１図—CR２段補償形チャネル・デバイダ試作機の全回路図（ただし片チャネルのみ示す）

第2図—山根式フィルタのクロスオーバ特性（'68年9月号 p.86 第6図再掲）

第3図—山根式フィルタの総合周波数特性

ひるがえって，マルチチャネル・システムを使用されるアマチュアのばあい，おおかたウーファはエレクトロボイス，スコーカはアルテック・ランシング，トゥイータはナショナルなどと，評判の高いパーツをよせ集めたものが少なくありません．こういうはなはだ異質なスピーカ群をよせ集めて，それでまとまりのある音を出そうというのはもともと無理で，この泥沼に落ちこんだが最後，年がら年中スピーカを取り換えたり，クロスオーバを変更したりし続けねばなりますまい

現在のところ，マルチシステムの帯域分割について，不完全であるという点に関しては，マルチチャネル・システムもＬＣ形ネットワークも大差がないのです．しょせんマルチチャネル・システムは，特殊な研究用かスピーカ道楽者の実験用に過ぎないもののように思われます．

## 2．ＮＦ形フィルタに対する疑問

筆者は，かねてからＮＦ形のチャネル・フィルタに疑問をいだき，現在にいたるまで，ただの一度も試作を試みたことがありません．そこで止むを得ずマルチシステムを作るばあいは，もっぱら旧来のＣＲ形を固執してまいりました．その後山中式フィルタが開発されても，上述の方針には変わりがありません．

なぜこの形のフィルタの使用に踏みきれなかったか，ということはさておき，まずその特性の概要について述べておきましょう．

**(1) 山根式フィルタについて**

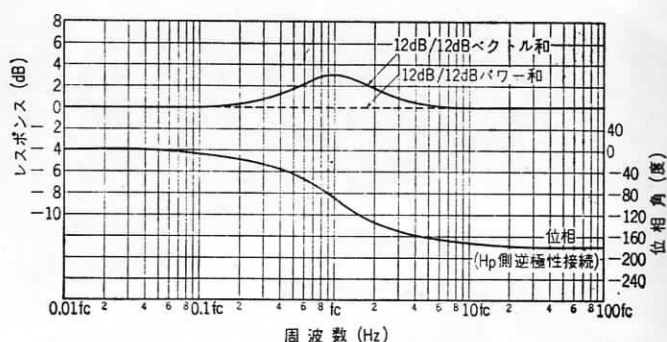
この形式のフィルタは現在もっとも広く使用され，マルチチャネル用フィルタとしては標準的な存在として高く評価されています．**第2図**は，12dB/oct の山根式フィルタのクロスオーバ特性，**第3図**は総合周波数特性を示したもので，実線はベクトル和，点線はパワー和をあらわしています．

この式のフィルタの特徴は，

1) 12dB/oct，18dB/oct の各種特性のもの，さらに従来の形式のほか交さ帰還形，あるいは引き算形などの新しい形式もあるが，一般に肩特性（クロスオーバ周波数付近の曲線の傾向をかりにこう呼ぶことにする）が対称でかつ急峻である

2) 両チャネルのパワー和の周波数特性が，正しくフラットになることを主眼として設計されている

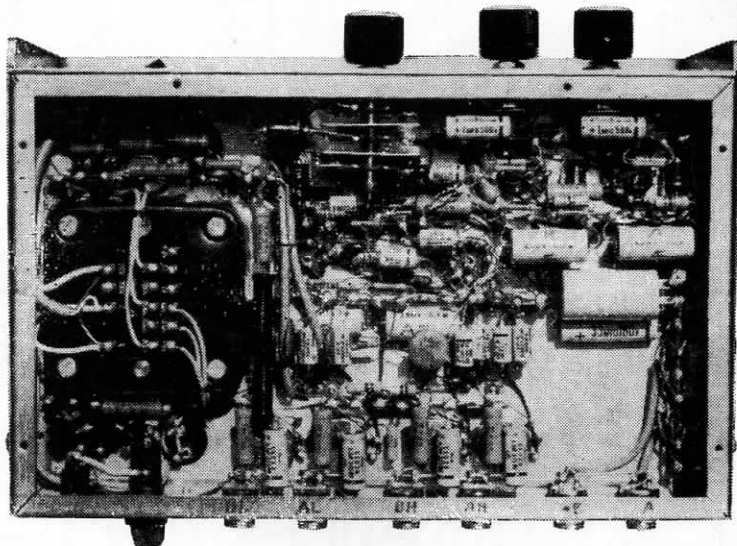
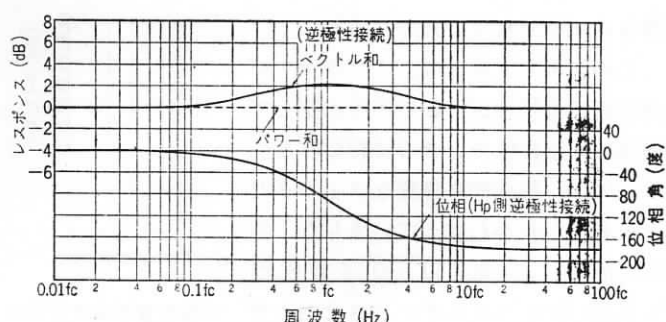
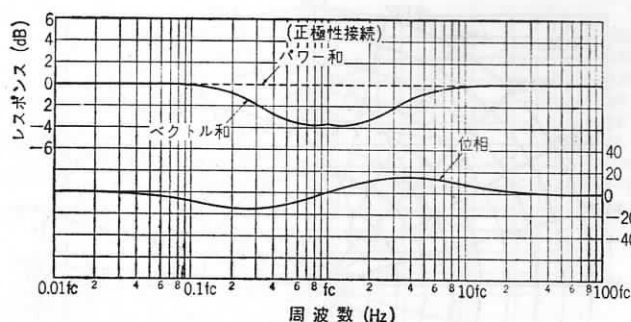
というような特長があります．しかし反面欠点もあって，

3) 肩特性がやや急峻すぎて，一般のマルチチャネル用フィルタとしては“つながりの良さ”という点で，従来とかくの批判があった注1)

4) **第3図**でもわかるように，ベクトル和の周波数特性にはクロスオーバ点に＋3dBのピークを生じ，かつ位相変移は低域から高域に向って180°となる（18dB/octでは270°となる）．このため波形の再現性がきわめて悪い

ということです．

ここで注意を要することは，このフィルタの設計の基本理念は，いうまでもなく，パワー和の周波数特性をフラットにすることにあります．もしそうであるならば，正極性接続（一般にはHp，Lpいずれかの極性を反転して使用する．**第3図**の総合特性も反転した場合を示した）のばあいでもパワーの和はフラットになるので，何ら支障なく使用できるはずです．

しかしこの点は実際に正弦波でテストしてみれば明らかで，やはり逆極性で使用しなければならぬことがわかります．ということは，フィルタとしてパワー和のみに着目したのでは不十分で，やはり位相にも考慮をはらう必要

試作したCR2段補償形チャネル・デバイダのシャシうら部品配置と配線のようす

第11図，第12図—CR２段フィルタ（－３dB）の総合周波数特性

## 2．ＣＲ２段形フィルタ

**第９図**はＣＲ２段フィルタ（12dB/oct：ただしバッファ付きのばあいは，－3dBクロスオーバ）のベクトル軌跡で，右側の小さな閉曲線は合成ベクトルの軌跡です．このNiquist線図をもとに描いたクロスオーバ特性は**第10図**，さらに総合周波数特性は**第11図**に示すとおりです（いずれも正極性接続のばあいを示す）．

このフィルタでは，正極性のときＨｐ，ＬＰ両側のクロスオーバ点での位相角は ±63° となり，そのためベクトル和の周波数特性に約－3.6dBものディップを生じます．そこで，一般には片一方のスピーカの極性を反転して使用するのが，正規の使用法だとされています．このばあい総合周波数特性は**第12図**のようになり，今度はクロスオーバ点で＋２dBのピークを生ずると同時に，位相変移は低域より高域に向って±180°におよびます（山根式フィルタよりもピークが低くなり，位相変

# １つの仮説 —ＣＲ形推奨の理由—

今回の報告をお読みいただいた読者の中には，筆者の考え方にまだ釈然としない方があるかも知れません．そこで，少し蛇足をつけ加えてこの点を補足してみたいと思います．むろん筆者の考え方は１つの仮説の域を出ないので，厳密な証明は専門の学者や音響技術者の方にお願いせねばなりません．ただアマチュアとしては，音声や楽音というものの基本的な認識をほんの少し幅広く考えてもらえば，簡単に理解できることなのです．

われわれは従来，電気音響機器の測定にもっぱら持続正弦波交流を使用することに慣らされて来ました．そこでいつの間にか音響再生や音場合成の問題を考えるときにも，無意識に正弦波交流を想定し勝です．しかし実際にわれわれが聞く音は，CR 発振器で発生させるような純粋の持続正弦波振動ははなはだ少ないのです．たとえば，

1）普通の楽音は，きわめて多数の高調波群をひき連れた，正弦波の集団であること．したがって，その占有帯域には自らある幅を考えねばならぬこと

2）さらにこれらの音群は，時間とともに音響スペクトル線上をたえまなく漂動しあるいは速くあるいは遅く，ほとんどが静止することがない．したがってわれわれの感覚は，その変化に追随できずバク然とその平均値を認識するに過ぎない

3）さらに加えるに，これらの音群の構成メンバーである高調波の比率や位相はたえず変動し，実際現われたりあるいは突然消滅したりしている．われわれの感覚は，これらの個々の物理現象をコク明にとらえることができず，ただ全体的な印象として認識する

だいたい以上が筆者の考え方の骨子ですが，こういうことを前提に音響再生問題を考えてみると，いろいろと面白い結果が出て来ます．

※　※　※

たとえばスピーカの音圧周波数特性ですが，これは一般に無響室内で持続正弦波を使って測定されます．この方法はスピーカ自体の動作や性能を分析するには大切ですが，これをアマチュアが眺めて，そのまま音楽再生などに結びつけようとするのは，はなはだ危険だと思われるのです．

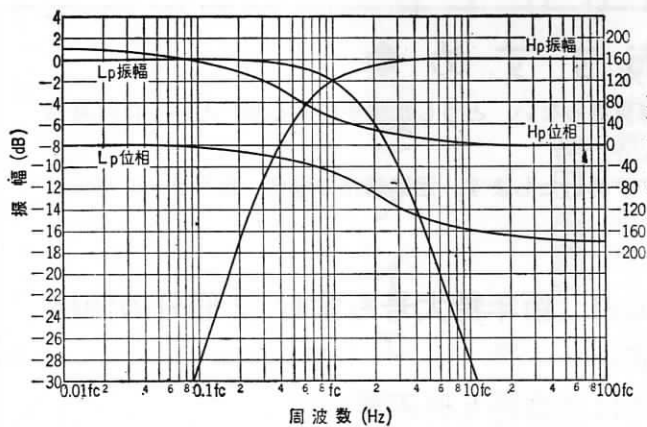
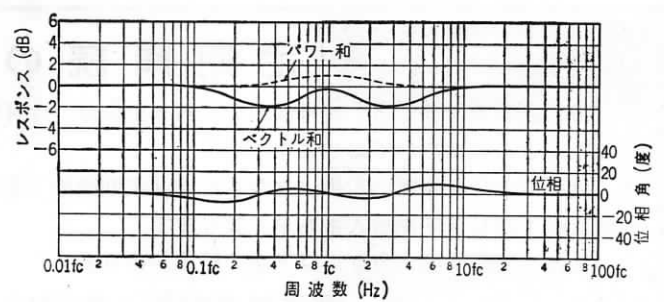
というのは，実際の室内でマイクを使って正弦波で音圧周波数特性を調べてみると発表された特性とはかけ離れた，もっと起伏のはげしい曲線しか得られません．しかもわれわれは，実際の音楽再生についてけっこうなめらかで忠実な再生を楽しむことができるのは，一体どういうわけでしょうか…….

その理由は，前にもあげたとおり再生の対象になる音が正弦波とは違ったものであるからに他なりません．そこでまた，持続正弦波については成立する法則も，このような音の再成には成立しにくいことがあり得るということを考える必要があります．

ここでスピーカの周波数特性の表現についても，前述の正弦波によるものはかならずしも適当ではありません．むしろ，たとえば中心周波数に対して±２オクターブとか３オクターブの周波数推移をもったFM信号で特性を表現するか，あるいはもっと簡単に一定の高調波群を随伴した波形（３角波か方形波か……これは規格で一定しておけばよい）で，周波数特性を表現したほうが，あるいはわれわれの感覚により密着した実際的な資料として役立つかも知れないのです．

むろんこのばあいの音圧周波数特性は，日頃見慣れている正弦波のものとは違って，ひょっとするとノッペラボーなものになるかも知れません．しかしわれわれが実際に感覚している音は，けっきょくそんなものに近いと考えられるのです．

さらにたとえば，山根式12dB/octのデバイダの正極性と逆極性を，正弦波を使用してクロスオーバ点で聞き比べてみると，これは歴然とした差が認められます．しかしこれを普通の音楽できき比べてみると，その差はどうもアヤフヤになります，極性を誤っていることに気付かずにけっこう音楽を楽しんでいた……などということが絶無ではないからです．

ところでCR２段(12dB/oct)のばあいはもっと面倒なのです．この方式は山根式と同様，正逆両接続でパワー和の周波数特性がフラットですが，ベクトル和の周波数特性は山根式が－∞，＋３dBであるのに対し，このほうは－3.8dB，＋２dB強という違いがあるだけなので，正弦波でも判別がそう容易ではなく，普通の音楽ではほとんど区別しにくいのです．山中氏の所説にしたがえば，もっとはっきりした差が出て

一第14図—CR 2段フィルタ(−2dB) のクロスオーバ特性

↑第15図—CR 2段フィルタ(−2dB) の総合周波数特性

オーバ・ラップの感があります．つまり，旧来のCR2段フィルタでも，クロスオーバ点をわずかに補償するだけで，かなりいちじるしい特性の改善が期待できるということです．筆者はこのようなフィルタを，かりに補償形フィルタと呼ぶことにしました．

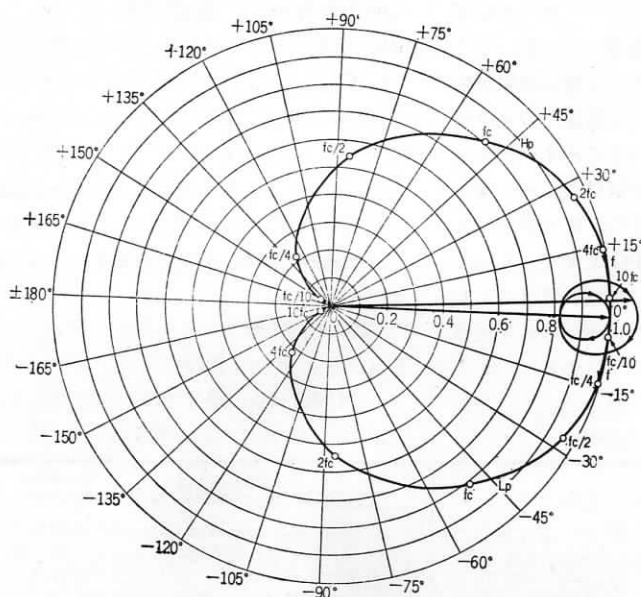
ところで上述の特性のうち，いずれが再生装置用として適当であるかという問題ですが，これはおそらくスピーカの種類やその配置，あるいは室内の残響特性や聴取者の位置などによって，一概にどれがよいと決めてかかることも困難だろうと思います．そこでチャネル分割用アンプを試作するばあいは，CR素子を何段かに切り換えて比較試聴してみるのも，面白かろうと考えます．

なお以上に紹介したフィルタは，クロスオーバ点付近にいくつもの小さなピークやディップを生じて，完全主義者のオーディオ・マニアには気に入らないかも知れません．たしかにこの種のピークやディップは好ましいものではありません．しかし筆者はつぎのように説明することによって，この起伏はさほど気にするほどのことはなかろうと考えます．

というのは，われわれが取り扱う音は声音や楽音であって，一般にきわめて多量の高調波成分を含んでいます．したがって，ある楽音の基本波が特性曲線の谷にかかっていても，第2，第3，第4……の各高調波がすべて谷にかかっているという確率はきわめて低いのです．つまりわれわれは，正弦波で考えた周波数特性曲線の相当広範囲の平均値（じつは実効値であるが）について知覚しているので，起伏の多いスピーカで音楽をきいてもさほど不自然には感じないのです．

以上のことは，リスニング・ルームの音場構成にも当てはめることができるので，たとえばCR2段の正極性接続と逆極性接続のように，ベクトル和の周波数特性にはかなりの差があるにかかわらず（パワー和の周波数特性は両者ともフラット），これをヒアリングで判別することはそれほど容易ではないのです．

× × ×

以上のように，肩特性や位相特性も良好で，適当な補償を加えれば，パワー和やベクトル和の周波数特性をほぼフラットに近く調整しうる見込みもある，CR2段形チャネル・デバイダを試作することにしました．（つづく）

第16図～第18図—CR2段フィルタを−1.8dB点でクロスオーバさせたときのベクトル軌跡(左上)およびクロスオーバ特性（右上)，総合周波数特性(右下)